

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-237525

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 7/02			H 0 1 B 7/02	C
C 0 9 D 179/04	PMG		C 0 9 D 179/04	PMG
H 0 1 B 3/30			H 0 1 B 3/30	G
7/34			7/34	B
13/00	5 1 7		13/00	5 1 7
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-43031

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000183406

住友電装株式会社

三重県四日市市西末広町1番14号

(72) 発明者 大西 靖彦

三重県四日市市西末広町1番14号 住友電
装株式会社内

(72) 発明者 松本 慎一

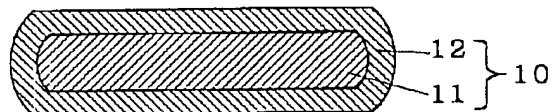
三重県四日市市西末広町1番14号 住友電
装株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 平角電線及び平角電線の使用方法、製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐熱性に優れた平角電線を提供すること。

【解決手段】 断面が略円形の丸形導線にポリベンゾイ
ミダゾール (P B I) を母体とするワニスを塗布し、こ
れを焼成することにより、丸形電線を形成した後、これ
を圧延することにより断面が略長方形のP B I 被覆平角
電線10を製造する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 断面が略長方形の平角導線と、前記導線の周囲に被覆され、ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層とを備えたことを特徴とする平角電線。

【請求項2】 断面が略長方形の平角導線と、前記導線の周囲に被覆された中間絶縁層と、前記中間絶縁層の周囲に被覆され、ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層とを備えたことを特徴とする平角電線。

【請求項3】 断面が略円形の丸形導線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形導線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成した後、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形の平角電線を製造することを特徴とする平角電線の製造方法。

【請求項4】 断面が略円形の丸形導線に中間絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の丸形電線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成した後、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形の平角電線を製造することを特徴とする平角電線の製造方法。

【請求項5】 前記ポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスとしてポリベンゾイミダゾールの塩基性溶媒ワニスをを用いたことを特徴とする請求項3又は4記載の平角電線の製造方法。

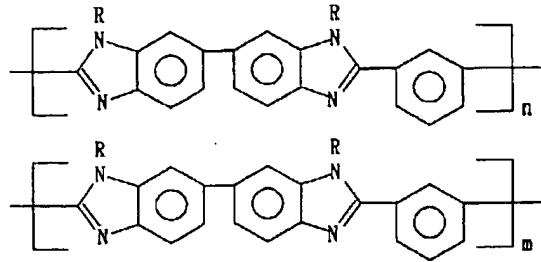
【請求項6】 前記塩基性溶媒ワニスにラジカル重合体が添加されていることを特徴とする請求項3、4又は5記載の平角電線の製造方法。

【請求項7】 断面が略円形の丸形導線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記導線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成し、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形に形成されたことを特徴とする平角電線。

【請求項8】 断面が略円形の導線に中間絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の丸形電線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成し、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形に形成されたことを特徴とする平角電線。

【請求項9】 前記ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が、

【化1】



ここで、Rは水素原子またはC1～C4のアルキル基
n、mは $n \geq 5$ 、 $m \geq 5$ なる整数

で示されることを特徴とする請求項7又は8記載の平角電線。

【請求項10】 請求項7、8又は9記載の平角電線を航空機用電線として使用する方法。

【請求項11】 請求項7、8又は9記載の平角電線を高電圧電線として使用する方法。

【請求項12】 請求項7、8又は9記載の平角電線を通信電線として使用する方法。

【請求項13】 請求項7、8又は9記載の平角電線を電気ヒータ電線として使用する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、耐熱性の要求される電気機器等に適用できる平角電線、及び平角電線の製造方法、使用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、電気機器等に用いられるマグネットコイルには、通常、磁場変化による電線の変位を抑えるために平角電線が用いられている。

【0003】従来、このような平角電線としては、ポリイミド被覆平角電線、エナメル被覆平角電線、高耐熱セメンティングエナメル平角電線等が挙げられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、電気機器の小型化、高密度実装化に伴い、その電気機器内の諸部品に対してより高温下での耐熱性が要求されるようになった。

【0005】ところが上記従来の平角電線のそれぞれの耐熱温度は、前記ポリイミド被覆平角電線が250℃、エナメル被覆平角電線が150～220℃、高耐熱セメンティングエナメル平角電線が220℃で、いずれも耐熱性に劣り、上述したような要求を満足に満たすものではないという問題があった。

【0006】そこで、この発明は、上述したような問題を解決すべくなされたもので、より耐熱性に優れた平角電線を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、この発明の請求項1記載の平角電線は、断面が略長

方形の平角導線と、前記導線の周囲に被覆され、ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層とを備えたことを特徴とする。

【0008】また、請求項2記載の平角電線は、断面が略長方形の平角導線と、前記導線の周囲に被覆された中間絶縁層と、前記中間絶縁層の周囲に被覆され、ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層とを備えたことを特徴とする。

【0009】なお、請求項3記載の平角電線の製造方法は、断面が略円形の丸形導線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形導線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成した後、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形の平角電線を製造することを特徴とする。

【0010】さらに、請求項4記載の平角電線の製造方法は、断面が略円形の丸形導線に中間絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の丸形電線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成した後、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形の平角電線を製造することを特徴とする。

【0011】また、請求項5記載のように、前記ポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスとしてポリベンゾイミダゾールの塩基性溶媒ワニスを用いてもよい。

【0012】なお、請求項6記載のように、前記塩基性溶媒ワニスにはラジカル重合体が添加されていてもよい。

【0013】また、請求項7記載の平角電線は、断面が略円形の丸型導線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記導線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成し、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形に形成された平角電線である。

【0014】なお、請求項8記載の平角電線は、断面が略円形の導線に中間絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の丸形電線にポリベンゾイミダゾールを母体とするワニスを塗布し、これを焼成することにより、前記丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層が被覆されてなる断面が略円形の耐熱丸形電線を形成し、前記耐熱丸形電線を圧延することにより断面が略長方形に形成された平角電線である。

【0015】さらに、請求項9記載のように、前記ポリベンゾイミダゾールの重合体により形成された絶縁層は、前記化1で示されたものであってもよい。

【0016】また、前記平角電線は、航空機用電線、高

電圧電線、通信電線又は電気ヒータ電線として使用することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる第1実施形態について図面を参照して説明する。

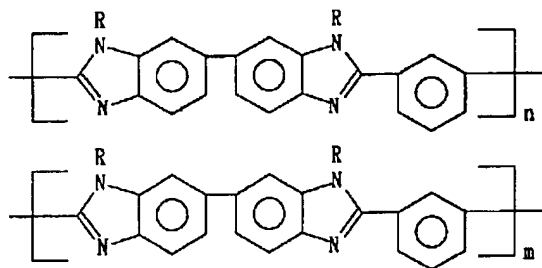
【0018】図1に示すように、この平角電線10は、断面が略長方形の導線11と、この導線11の周囲に被覆されたポリベンゾイミダゾール(PBI)の重合体により形成された絶縁層12とから構成される。

【0019】上記導線11としては、導線、ニクロム線、ステンレス線、鋼線、アルミ線等の種々の導電性材料を用いることができる。

【0020】また、PBIの重合体により形成された絶縁層12は、下記化2で示され、350℃以上の高温に耐えることが可能で、優れた耐熱性を有する。

【0021】

【化2】



ここで、Rは水素原子またはC1～C4のアルキル基
n、mは $n \geq 5$ 、 $m \geq 5$ なる整数

【0022】以上のように構成された第1実施形態の平角電線によると、絶縁層12はPBIの重合体により形成されているため、より高温下での耐熱性に優れる。

【0023】従って、このように構成された平角電線は、高い耐熱性が要求される航空機用電線、高電圧電線、通信電線、電気ヒータ電線としての使用に適している。

【0024】ところで、上述したような平角電線の製造方法としては、丸形導線を圧延して断面が略長方形の平角導線11を形成した後、その平角導線11の周囲にPBIワニスを塗布し、これを焼成してPBIの重合体により形成された絶縁層12を平角導線11に被覆するという周知の製造方法を応用したもの等が挙げられる。

【0025】このような製造方法によって製造された平角電線は、絶縁層12がPBIの重合体により形成されているので、勿論耐熱性に優れたものであるが、丸形導線を圧延して平角導線11を形成した後、絶縁層12を形成しているため以下に述べるような問題を生じる可能性がある。

【0026】即ち、断面が略長形状の平角導線11にPBIワニスを塗布しているため、平角導線11の周囲に均一な絶縁層12が形成されず、特に、平角電線の角

のところで絶縁層12が薄くなったり、ピンホールを生じる可能性があり、耐電圧性に劣る可能性があるということである。

【0027】そこで、上記平角電線の製造により適した製造方法を以下に説明する。

【0028】まず、PBIを所定の溶媒に溶かしてPBIワニスを調整するが、この調整に際して、PBIの重合度が低い場合は必要に応じてラジカル重合開始剤を添加しておく。前記ワニス溶媒としては、ジメチルアセトアミド(DMA)、ジメチルフォルムアミド(DMF)、ピリジン等の塩基性溶媒やジメチルスルフォオキサイド(DMSO)等の水素結合遮断溶媒が適宜使用され、そのワニス濃度は1%から80%まで適宜選択できるが、望ましくは5%から40%が適当と考えられる。また、前記ラジカル重合開始剤としては、例えば、過酸化ベンゾイル、過酸化ラウロイル、ジ-*tert*-ブチロ過酸化フタレート、アゾビスイソブチロニトリル、フェニルアゾアリルスルホン酸、*N*-ニトリル-*N*-アシル化合物などを使用することができる。

【0029】このように、PBIワニスにラジカル重合開始剤を添加するのは、ワニス溶媒として使用されるDMA等に添加されている重合禁止剤を中和すると共にPBI分子のスタッキングを起こすためであり、これによって、後述する焼生処理に伴うPBIの熱架橋反応が促進され、十分な強度を備えたPBIの絶縁層12が形成されることが考えられるからである。

【0030】次に、このPBIワニスを断面が略円形の丸形導線の周囲に塗布した後に、これを焼生する。この焼生処理においては、一般にワニス塗布、焼生、ワニス塗布の繰り返しで行われ、具体的には、図2に示すように、焼生炉1、塗装部2、連続焼鈍炉3およびボビン4から構成される装置が用いられる。この装置では、ボビン4に巻き取られた電気導体や被覆電線等からなる線材5が引き出され、まず連続焼鈍炉3により焼きなまし処理されてから、塗装部2でワニスが塗布されるとともに、そのワニスが焼生炉1によって焼生される。さらに、ワニスが焼生された線材5が塗装部2および焼生炉1を繰り返し通って、上記したようにワニス塗布、焼生が繰り返し行われて、図3に示すような、丸形導線16にPBIの絶縁層17が形成された丸形電線15が搬出部6から取り出される。

【0031】また、丸形導線16として0.6mm以下の細線が使用される場合には、その塗装炉として横形炉が使用され、それ以上の太い線には縦形炉を使用するのが一般的であり、本発明のPBIの焼生・被覆の場合にも同様な考え方で横形炉や縦形炉を使用目的に合わせて用いるようにすればよい。また、焼生するワニスの種類、焼生炉のタイプによって、塗布する回数、焼生温度、塗装速度などを適宜変更するようにすればよい。

【0032】なお、塗布回数は1回から数100回まで

適宜選択できるが、望ましくは2回から20回が適当であり、焼生温度は室温から1000℃まで適宜選択できるが、望ましくは500℃から800℃が適当と考えられる。

【0033】次に、このように丸形導線16の周囲にPBIの絶縁層17が覆われてなる丸形電線15を圧延して、断面が長方形の平角電線10を製造する。

【0034】この丸形電線15を圧延する装置としては、例えば、図4及び図5に示すように、上下一対のローラ30、30と、これら両ローラ30、30間の寸法調整を行うための調整機構34と、両ローラ30、30間に配設された弾性部材38、38と、下側のローラ30を回転駆動させるための回転駆動機構42a、42bとから構成される。

【0035】上記両ローラ30、30は超硬質材により形成され、互いに平行な一対の支軸31、31により回転自在に支持されている。また、両ローラ30、30間近傍には、線材を吐出する先端側がそれらの間に臨むように配設されたセラミックノズル32が設けられている。

【0036】下側のローラ30は、所定位置に配置された一対の下側支持部材33に支軸31を介して回転自在に支持されている。また、支軸31の一方端側がカップリング43を介してモータ駆動式の回転駆動機構42aに連結され、他方端側が手動式の回転駆動機構42bに連結されている。

【0037】上記モータ駆動式の回転駆動機構42aは、モータ44の回転駆動を伝動ベルト45を介してプーリ46に伝達するもので、このプーリ46の回転駆動がさらに下側のローラ30に伝達されて、ローラ30が回転駆動されるように構成されている。また、上記手動式の回転駆動機構42bは、手回し式のハンドル47により構成され、このハンドル47を作業者が回転操作することにより下側のローラ30が回転駆動される。

【0038】一方、上側のローラ30は、支軸31を介して一対の上側支持部材37、37に回転自在に支持されている。これら両上側支持部材37、37は、所定の一定位置に配置された調整機構34により上下動調整自在に支持されている。

【0039】調整機構34は、両支持部材37、37より上方に延設された一対の間隔調整軸36、36と、手動ハンドル35aの回転駆動を両間隔調整軸36、36に伝達するためのギア機構部35とから構成される。

【0040】上記間隔調整軸36、36の周面にはネジ溝が形成され、その下側で上側支持部材37、37にそれぞれ螺合されると共に、その上側でギア機構部35にそれぞれ連結されている。

【0041】そして、手動ハンドル35aを回転させて間隔調整軸36、36を回転させることにより、その間隔調整軸36、36に螺合された上側支持部材37、3

7が上下移動され、これにより、両ローラ30、30間の寸法調整がなされる。

【0042】なお、上側支持部材37、37及び下側支持部材33、33間に配設された弾性部材38、38は、バネ等より構成され、両ローラ30、30を離反付勢する。これにより、両ローラ30、30間の寸法調整を行う際に、手動ハンドル35aの負荷が軽くなる。

【0043】この装置を用いて、丸形電線15を圧延するには以下のように行う。

【0044】即ち、図5に示すように、調整機構34により両ローラ30、30間の間隔寸法を所定寸法に設定し、モータ駆動式の回転駆動機構42a又は手動式の回転駆動機構42bにより下側のローラ30を回転駆動させた状態で、両ローラ30間近傍に設けられたセラミックノズル32先端からPBIの絶縁層17が形成された丸形電線15を吐出する。すると、下側のローラ30の回転駆動により耐熱丸形電線15が両ローラ30、30間に巻き込まれるように通される。この際、上側のローラ30も上記丸形電線15の通過に伴って従動回転し、両ローラ30、30により丸形電線15が圧延され、図1に示すような、平角電線10が連続的に得られる。

【0045】なお、上記両ローラ30、30間の寸法は、製造する平角電線10の厚み寸法に応じて適宜調整する。

【0046】上述のように製造された平角電線10は、絶縁層12がPBIの重合体により形成されているため、耐熱性に優れると共に、丸形電線15を圧延する前の行程で、断面が略円形の丸形導線16の周囲にPBIワニスを塗布して、これを焼成することにより絶縁層12を形成しているため、その絶縁層12が均一な層となり耐電圧性に優れ、さらに低コストで平角電線を製造することができる。

【0047】なお、上述したように丸形導線に絶縁層を形成してから、これを圧延するという平角電線の製造方法は、従来のポリイミド被覆平角電線、エナメル被覆平角電線、高耐熱セメンティングエナメル平角電線等を製造する際には不適である。

【0048】これは、従来の平角電線に用いられる絶縁材料の強度が低いため、絶縁層を形成してから圧延すると、その絶縁層に亀裂を生ずる可能性が高いからである。

【0049】しかしながら、下記表1に示すように、本発明にかかる平角電線のPBI絶縁層12の強度は高いため、絶縁層12を形成してから圧延しても絶縁層12に亀裂を生ずることがない。

【0050】

【表1】

引張り強さ	ASTMD638	1632kgf/cm ²
引張り弾性	ASTMD638	60180kgf/cm ²
曲げ強さ	ASTMD790	2240kgf/cm ²
曲げ弾性率	ASTMD790	66300kgf/cm ²
圧縮強さ	ASTMD695	4080kgf/cm ² (12%)
圧縮弾性率	ASTMD695	63240kgf/cm ²

【0051】なお、上記表1に示される各データは、ASTMに基づいて行われたものである。

【0052】なお、図6に示す第2実施形態のように、断面が略長方形の平角導線21と、この平角導線21に被覆されポリイミド、エナメル等により形成された中間絶縁層22と、中間絶縁層22に被覆されたPBI絶縁層23とを備えた平角電線20であっても上記と同様に優れた耐熱性を得ることができる。

【0053】そして、PBI絶縁層を形成してから圧延するという上述した製造方法を適用すれば、同様に耐電圧性に優れた平角電線を得ることができる。

【0054】以下、この発明に基づく実験例を示す。

【0055】(実験例1) 外径0.5mmのニッケルメッキ銅線を用い、PBI30部と溶媒DMA70部にAIBNが0.1%になる様に調整されたワニス中に浸漬する方法でニッケルメッキ銅線表面にPBIワニスを塗

布し、これを線速50m/分・600℃で焼き付ける。これを8回繰返し、PBI被覆ニッケルメッキ銅丸形電線を得る。

【0056】このPBI被覆ニッケルメッキ銅丸形電線を上述したような圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:10のPBI被覆ニッケルメッキ銅平角電線を製作する。

【0057】(実験例2) 外径0.5mmのニッケルメッキ銅線を用い、PBI30部と溶媒DMA60部・DMSO10部にAIBNが0.1%になる様に調整されたワニス中に浸漬する方法でニッケルメッキ銅線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速20m/分・600℃で焼き付ける。これを8回繰返しPBI被覆ニッケルメッキ銅丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:5のPBI被覆ニッケルメッキ銅平角電線を製作する。

【0058】(実験例3) 外径0.36mmの無酸素銅線を用い、PBI20部と溶媒DMA80部からなるワニス中に浸漬する方法で無酸素銅線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速10m/分・500℃で焼き付ける。これを10回繰返しPBI被覆無酸素銅丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:20のPBI被覆無酸素銅平角電線を得る。

【0059】(実験例4) 外径1.5mmのニッケルメッキ銅線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でニッケルメッキ銅線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速60m/分で700℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:4のPBI被覆ニッケルメッキ銅平角電線を得る。

【0060】(実験例5) 外径2.5mmのニッケルメッキ銅線を用い、PBI65部と溶媒DMA35部からなるワニス中に浸漬する方法でニッケルメッキ銅線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で600℃の条件で焼き付ける。これを15回繰返しPBI被覆ニッケルメッキ銅丸形電線を得て、これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:5のPBI被覆ニッケルメッキ銅平角電線を得る。

【0061】(実験例6) 外径1.5mmのニッケル銅合金線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でニッケル銅合金線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で500℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。このPBI被覆丸形電線を圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:10のPBI被覆ニッケル銅平角電線を得る。

【0062】(実験例7) 外径1.5mmのNb₃Sn線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でNb₃Sn合金線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で500℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:3のPBI被覆Nb₃Sn平角電線を得る。

【0063】(実験例8) 外径1.5mmのVaGa線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でVaGa合金線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で500℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すこと

により、口径比1:3のPBI被覆VaGa平角電線を得る。

【0064】(実験例9) 外径1.5mmのNbTi線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でNbTi合金線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で500℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:3のPBI被覆NbTi平角電線を得る。

【0065】(実験例10) 外径1.5mmのNb₃Al線を用い、PBI55部と溶媒DMA45部からなるワニス中に浸漬する方法でNb₃Al合金線表面にPBIワニスを塗布し、これを線速30m/分で500℃の条件で焼き付ける。これを20回繰返しPBI被覆丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:3のPBI被覆Nb₃Al平角電線を得る。

【0066】(実験例11) 外径0.36mmのNiCr(20%)合金線を用い、PBI20部と溶媒DMA80部からなるワニス中に浸漬する方法でNiCr合金表面にPBIワニスを塗布し、これを線速10m/分・500℃で焼き付ける。これを10回繰返しPBI被覆NiCr丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:4のPBI被覆NiCr平角電線を得る。

【0067】(実験例12) 外径0.36mmのW線を用い、PBI20部と溶媒DMA80部からなるワニス中に浸漬する方法でW表面にPBIワニスを塗布し、これを線速10m/分・500℃で焼き付ける。これを10回繰返しPBI被覆W丸形電線を得る。これを圧延装置の上下一対のロール間に通すことにより、口径比1:3のPBI被覆W平角電線を得る。

【0068】上記各実験例の評価サンプルについての一般的特性を下記表2～5に示す。なお、各表には、圧延する前の丸形電線の特性も合わせて記した。また、各表のPBI平角電線の絶縁破壊試験(初期)は、JISC-3005に基づき交流電圧を1分間印加する条件で行い、ヒートショック試験は、20%伸張後220℃×0.5hの条件の伸張法で行い、摩耗試験はJASOD611に基づいて加重4Nの条件で行ったものである。さらに、表2に示す実験例1～3については、250℃×168h経過後の絶縁破壊試験の値も示した。

【0069】

【表2】

	実験例1	実験例2	実験例3
PBI丸線			
PBI丸線仕上外径 (mm)	0.516	0.511	0.401
PBI被覆厚 (mm)	0.008	0.0055	0.0205
絶縁破壊 (KV) 初期 (空中)	2.1	2.2	3.5
PBI平角線			
仕上幅 (mm)	1.235	0.865	1.358
仕上厚み (mm)	0.124	0.173	0.068
平均PBI被覆厚 (mm)	0.0034	0.0031	0.0063
絶縁破壊 (KV) 初期 (水中)	1.1	1.2	1.5
絶縁破壊 (KV) 初期*	10.0	13.0	14.5
絶縁破壊 (kV)	2.0*	2.1*	3.4*
ヒートショック**	OK	OK	OK
(伸張法)			
磨耗 (回) ***	1040	940	950

* A C. V / 1 分間 h

** 20%伸張後、220℃×0.5h

*** 加重4N (JASO D611)

【0070】

【表3】

	実験例4	実験例5	実験例6
PBI丸線			
PBI丸線仕上外径 (mm)	1.518	2.520	1.519
PBI被覆厚 (mm)	0.009	0.010	0.008
絶縁破壊 (KV) 初期 (空中)	2.2	3.5	2.1
PBI平角線			
仕上幅 (mm)	2.298	4.266	3.636
仕上厚み (mm)	0.575	0.853	0.364
平均PBI被覆厚 (mm)	0.0058	0.0055	0.0036
絶縁破壊 (KV) 初期 (水中)	1.2	1.5	1.1
絶縁破壊 (KV) 初期*	15.0	16.0	16.0
ヒートショック**	OK	OK	OK
(伸張法)			
磨耗 (回) ***	945	950	845

* A C. V / 1 分間 h

** 20%伸張後、220℃×0.5h

*** 加重4N (JASO D611)

【0071】

【表4】

	実験例7	実験例8	実験例9
PBI丸線			
PBI丸線仕上外径 (mm)	1.520	1.518	1.520
PBI被覆厚 (mm)	0.010	0.009	0.010
絶縁破壊 (KV) 初期 (空中)	3.2	2.2	3.4
PBI平角線			
仕上幅 (mm)	2.318	2.316	2.318
仕上厚み (mm)	0.783	0.781	0.783
平均PBI被覆厚 (mm)	0.008	0.007	0.008
絶縁破壊 (KV) 初期 (水中)	1.4	1.1	1.4
絶縁破壊 (KV) 初期*	15.0	16.0	16.0
ヒートショック**	OK	OK	OK
(伸張法)			
磨耗 (回)***	945	950	845

* A C . V / 1 分間 h

** 20%伸張後、220℃×0.5h

***加重4N (J A S O D 6 1 1)

【0072】

【表5】

	実施例10	実施例11	実施例12
PBI丸線			
PBI丸線仕上外径 (mm)	1.519	0.402	0.403
PBI被覆厚 (mm)	0.008	0.0210	0.0215
絶縁破壊 (KV) 初期 (空中)	2.1	2.2	3.5
PBI平角線			
仕上幅 (mm)	2.314	0.497	0.585
仕上厚み (mm)	0.781	0.124	0.217
平均PBI被覆厚 (mm)	0.006	0.010	0.0165
絶縁破壊 (KV) 初期 (水中)	1.1	1.2	1.5
絶縁破壊 (KV) 初期*	15.0	16.0	16.0
ヒートショック**	OK	OK	OK
(伸張法)			
磨耗 (回)***	945	950	845

* A C, V / 1 分間 h

** 20%伸張後、220℃×0.5h

*** 加重4N (JASO D611)

【0073】以上の表2ないし表4から、上記各実験例は、いずれも優れた耐熱性を有し、かつ優秀な耐絶縁性を有することが分かる。

【0074】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1又は2記載の平角電線によると、平角導線又は中間絶縁層の周囲に被覆された絶縁層がポリベンゾイミダゾールの重合体により形成されているため、より高温下での耐熱性に優れた平角電線が得られる。

【0075】また、請求項3、4、5又は6記載の平角電線の製造方法によると、絶縁層がポリベンゾイミダゾールの重合体により形成されているため、より高温下での耐熱性に優れた耐熱平角電線が得られると共に、耐熱丸形電線を圧延する前の行程で、断面が略円形の丸形導線又は丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの塩基性溶媒ワニスを塗布して、これを焼成することにより絶縁層を形成しているため、その絶縁層が均一な層となり耐電圧性に優れた平角電線が得られる。

【0076】なお、請求項7、8又は9記載の平角電線によると、絶縁層がポリベンゾイミダゾールの重合体により形成されているため耐熱性に優れると共に、耐熱丸形電線を圧延する前の行程で、断面が略円形の丸形導線又は丸形電線の周囲にポリベンゾイミダゾールの塩基性溶媒ワニスを塗布して、これを焼成することにより絶縁

層を形成しているため、その絶縁層が均一な層となり耐電圧性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる第1実施形態の平角電線を示す断面図である。

【図2】同上の平角電線の製造装置を示す概略図である。

【図3】同上の平角電線を製造する際の途中工程の丸形電線を示す断面図である。

【図4】同上の平角電線を製造する際に用いられる圧延装置を示す概略図である。

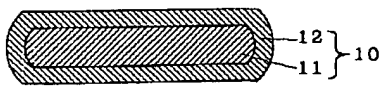
【図5】図4の要部拡大図である。

【図6】この発明にかかる第2実施形態の平角電線を示す断面図である。

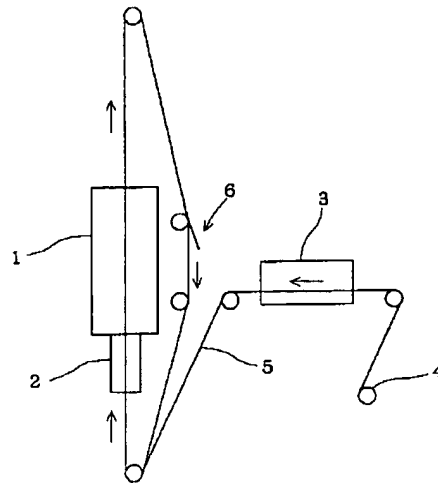
【符号の説明】

- 10 平角電線
- 11 平角導線
- 12 絶縁層
- 15 丸形電線
- 16 丸形導線
- 17 絶縁層
- 20 平角電線
- 21 中間絶縁層
- 22 絶縁層

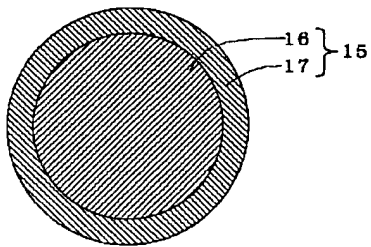
【図1】



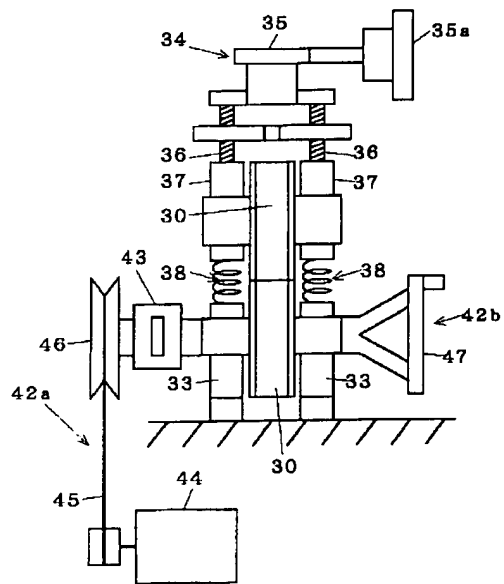
【図2】



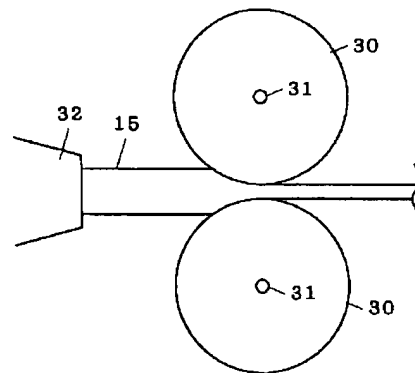
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

